



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

232993

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 15 07 83
(21) (PV 5336-83)

(51) Int. Cl.³

C 30 B 35/00

(40) Zveřejněno 17 07 84

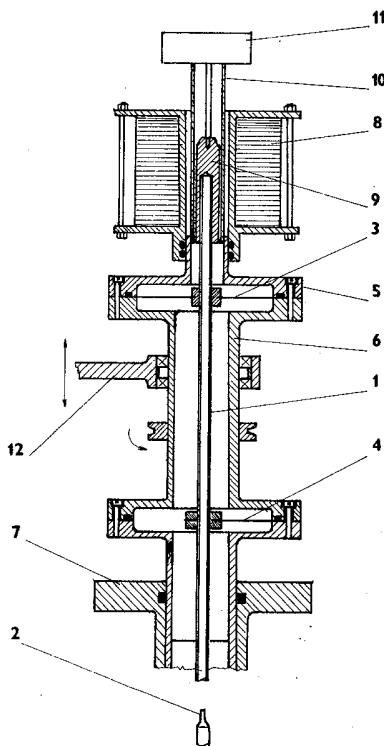
(45) Vydáno 15 07 86

(75)
Autor vynálezu

HORÁK JIŘÍ, DUBRAVICE, PERNER BOHUMIL ing. CSc., OHRAZENICE,
MATECHA JAROMÍR ing., STRÁNECKÝ VLADIMÍR ing., TURNOV

(54) Tažící zařízení pro automatický růst monokrystalů

Tažící zařízení pro automatický růst monokrystalů s vertikálně pružným uložením tažící tyče, umožňující přenos krouticího momentu na tuto tyč a zároveň vertikální pružný pohyb, nezbytný v malých mezích pro kontrolu hmotnosti monokrystalu během jeho růstu a odstraňující aparaturní komplikovanost dosud známých systémů, kde cíle je dosaženo tím, že tažící tyč (1) na jejímž konci je uložen rostoucí monokrystal (2) je uložena ve dvou vertikálně pružných závěsech, tvořených kruhovými membránami (3) nebo letmo vetknutými plážetami (4).



Vynález se týká tažicího zařízení pro automatický růst monokrystalů s vertikálně pružným uložením tažicí tyče, umožňující přenos krouticího momentu na tuto tyč a zároveň vertikální pružný pohyb, který je v malých mezích nezbytný pro kontrolu hmotnosti monokrystalu v procesu jeho růstu.

Kontrola hmotnosti monokrystalu při růstu je jednou z metod, používaných při automatickém řízení průměru monokrystalu. Udržování průměru monokrystalu manuálně je náročné na pozornost obsluhy a vzhledem k nedostatečné rozlišovací schopnosti lidského oka se jen zřídka podaří udržet žádanou hodnotu průměru monokrystalu po celé jeho délce. Naproti tomu automatické systémy řízení průměru monokrystalu na základě nepřetržité kontroly jeho hmotnosti poskytují běžně monokrystaly, jejichž odchylky průměru po celé délce monokrystalu jsou v mezích $\pm 3\%$. Tato skutečnost je důležitá pro zachování dostatečně konstantních hydrodynamických poměrů v tavenině, což je jednou z hlavních podmínek pro zachování stejného tvaru fázového rozhraní krystal/tavenina a tím i dosažení homogenního rozdělení příměsí v celém monokrystalu, což určuje jeho fyzikální vlastnosti.

Dosud známé systémy pro zjišťování hmotnosti monokrystalu při jeho růstu používají jednak zavěšení tažicí tyče na speciální válcovou pružinu, která se prodlužuje úměrně hmotnosti monokrystalu, jednak uchycení tažicí tyče v pružném závěsu, tvořeném napjatými ocelovými strunami a konečně pevného závěsu v případě zjišťování hmotnosti pomocí tenzometru.

Tyto systémy mají však některé nevýhody. Tak při použití válcové pružiny dochází v procesu růstu monokrystalu k jejímu prodlužování, které je nutno kompenzovat změnami rychlosti tažení, což komplikuje zařízení. Strunový závěs je nutno předepnout přesně definovaným tahem rovnoměrně po celém obvodu závěsu, což spolu s obtížnou centrací tažicí tyče komplikuje montáž zařízení a kromě toho jsou tyto závěsy vzhledem k vysoké roztažnosti ocelových strun citlivé ke změnám teploty, které se promítají do snížení citlivosti váhového zařízení. Nadto neumožňuje tento systém práci ve vysokém vakuu nebo ochranné atmosféře. Nevýhoda tenzometrů tkví v tom, že mají silnou závislost výstupního signálu na teplotě, takže je nezbytné stabilizovat jejich teplotu alespoň na $\pm 0,5^\circ\text{C}$, což opět komplikuje zařízení.

Uvedené nedostatky odstraňuje tažicí zařízení pro automatický růst monokrystalů s vertikálně pružným uložením tažicí tyče, jehož podstata spočívá v tom, že tažicí tyč, na jejímž konci je rostoucí monokrystal je uložena ve dvou vertikálně pružných závěsech, tvořených kruhovými membránami nebo letmo vetknutými planžetami.

V dalším s přihlédnutím k připojenému výkresu, je vynález blíže popsán a posléze je popsána i funkce zařízení.

Na obrázku je v schematickém svislém řezu znázorněna tažicí tyč 1 s upevněným zárodek monokrystalu 2, zavěšená na mezikruhové pružné membráně 3 případně na jednostranné úzké planžetě 4, vetknutých na vnějším obvodu do dělené vakuové příruby 5 tělesa 6. Dolní část tělesa 6 prochází vakutěsně komínkem 7 vakuové, na výkrese neznázorněné, pěstovací komory. Nad horní částí a to nad horní přírubou 5 tělesa 6 je uložen elektromagnet 8, jehož jádro 9 obklopené skleněnou izolační trubicí 10 je nasazeno na horním konci tažicí tyče 1. Dále je znázorněno čidlo výchylky 11 k snímání signálu výchylky a celek je otočně uložen na desce 12 vertikálně posuvné. Vnitřní prostor celého zařízení je vakutěsný a spojený s prostorem pěstovací pece.

Při funkci zařízení je na tažicí tyč 1 upevněn v držáku zárodek 2 rostoucího monokrystalu, který rotuje a vytahuje se zadanou rychlostí z taveniny. Tažicí tyč 1 je udržována v dané poloze silou elektromagnetu 8, který působí na jádro 9, pevně spojené s tažicí tyčí 1 a čidlem výchylky 11 citlivým na $0,3\ \mu\text{m}$. Krouticí moment je na tažicí tyč 1 přenášen pomocí membrán 3 nebo planžet 4, které dovolují pružnou výchylku ve vertikálním směru a v horizontálním směru jsou dostatečně tuhé. Jak monokrystal přirůstá, zvyšuje se jeho

hmotnost a dochází k nepatrnému vychýlení směrem dolů. Tyto výchylky zaznamenává čidlo výchylky 11, dává signál zdroji elektromagnetu 8 a zvýší se proud do něj tak, aby se monokrystal dostal zpět do výchozí polohy. Změna proudu elektromagnetu 8 je úměrná hmotnosti monokrystalu a je v regulátoru srovnávána s programem a udržována automaticky na žádané hodnotě. Tak lze docílit růstu monokrystalu s konstantním průměrem po jeho délce.

P ř í k l a d 1

Na zařízení podle vynálezu, vybaveném kruhovými membránami o průměru 160 mm, tloušťce 0,2 mm z molybdenového plechu, byla zjištěna citlivost váhícího zařízení 50 mg. Na zařízení byl pěstován monokrystal rubínu rychlostí tažení 5 mm/h. Monokrystal narůstal na zárodku o průměru 10 mm a byl rozšířen na konečný průměr 40 mm. Přírůstky hmotnosti činily při průměru 10 mm 25 mg/min, při průměru 40 mm pak 400 mg/min. Signál hmotnosti monokrystalu byl srovnáván s programem vždy po dobu 5 min a pak byla odchylka vynulována. Z toho vyplývá, že citlivost vah, vybavených zařízením podle vynálezu umožnila programové řízení průměru monokrystalu. Vypěstovaný monokrystal měl ve válcové části průměr 40 ± 1 mm na délce 120 mm.

P ř í k l a d 2

Na zařízení podle vynálezu, vybaveném planžetami z fosforové bronze o šířce 22 mm, tloušťce 0,2 mm a vyložení 40 mm byl pěstován monokrystal yttritohlinitého granátu. Na vahách byla zjištěna citlivost 10 mg. Monokrystal byl tažen rychlostí 1,5 mm/h a přírůstky činily pro průměr 6 mm 3 mg/min a pro průměr 40 mm pak 140 mg/min. Monokrystal byl rozšiřován z průměru zárodku 6 mm na konečný průměr 40 mm. Vypěstovaný monokrystal měl průměr $40 \pm 0,8$ mm na délce 100 mm.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Tažící zařízení pro automatický růst monokrystalů s vertikálně pružným uložením tažící tyče, vyznačené tím, že tažící tyč (1), na jejímž dolním konci je rostoucí monokrystal (2) je uložena ve dvou vertikálně pružných závěsech, tvořených kruhovými membránami (3) nebo letmo vetknutými planžetami (4).

1 výkres

232993

